

**Method for electric-arc welding using a consumable electrode  
with short-circuit of the electric-arc distance**

The invention relates to a welding technique using a consumable electrode with a short-circuit of the electric-arc distance. The aim of the invention is to increase welding quality by enhancing process stability and by reducing spattering. To this end, at the beginning of the short circuit, the decrease of the voltage applied on the electric-arc distance is continuously measured in the region where its absolute value is lowered. When it reaches the threshold value, the current is reduced for a short time. In the region where the short-circuit current rises, the threshold value of the current is determined at its beginning. Upon reaching this value, the end of the electrode wire is moved in the direction away from the bath, i.e. the length of the liquid bridge is increased. After abruption of the bridge, drop flow into the bath, electric-arc ignition and after the current has reached the threshold value, the end of the electrode wire is moved in the direction towards the bath, shortening the electric-arc distance. Elongating the bridge results in reduced spattering of the electrode metal. Moving the electrode in the direction towards the bath stabilizes the process. Controlling the transfer of electrode metal allows for extending the region of stable welding operations with minimum (2%) spattering of the metal.



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) 747642  
(21) 3934556/31-27  
(22) 23.07.85  
(46) 30.03.87. Бюл. № 12.  
(71) Челябинский политехнический институт  
им. Ленинского комсомола  
(72) Б. В. Худяков, А. И. Еланцев,  
И. И. Кейнг и А. Д. Гололобов  
(53) 621.791.753(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 747642, кл. В 23 К 9/00, 1978.

(54) СПОСОБ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ С КОРОТКИМИ ЗАМЫКАНИЯМИ ДУГОВОГО ПРОМЕЖУТКА

(57) Изобретение относится к технологии сварки плавящимся электродом с короткими замыканиями дугового промежутка. Целью изобретения является повышение качества сварки за счет повышения устойчивости процесса и снижения разбрызгивания. Для этого в начале короткого замыкания

непрерывно измеряют падение напряжения на дуговом промежутке по фронту снижения его абсолютного значения. При достижении им порогового значения кратковременно снижают ток. По фронту нарастания тока короткого замыкания в его начале устанавливают пороговое значение тока. По его достижении конец электродной проволоки перемещают в направлении от ванны, т. е. увеличивают длину жидкой перемычки. После обрыва перемычки, схода капли в ванну, возбуждения дуги и достижения током порогового значения конец электродной проволоки перемещают в направлении к ванне, уменьшая дуговой промежуток. Растягивание перемычки способствует уменьшению разбрызгивания электродного металла. Перемещение электрода в направлении к ванне стабилизирует процесс. Управление переносом электродного металла позволяет расширить область устойчивых режимов сварки с минимальным (2%) разбрызгиванием металла. 1 з.п.ф-лы. 1 ил.

Изобретение относится к технологии сварки, в частности к способам электродуговой сварки плавящимся электродом с короткими замыканиями дугового промежутка, может быть использовано в машиностроении, судостроении и т. д. и является дополнительным к основному авт. св. № 747642.

Цель изобретения — повышение качества процесса сварки путем повышения устойчивости процесса сварки и снижения разбрызгивания металла.

На чертеже представлены временные диаграммы сварочного тока  $I_{св}$ ; напряжения на дуговом промежутке  $U_d$ ; изменение расстояния между торцом нерасплавленной части электродной проволоки и поверхностью сварочной ванны  $l$  и фазы процесса каплеобразования и переноса электродного металла в сварочную ванну.

Способ осуществляется следующим образом.

При достижении величиной тока короткого замыкания порогового значения  $I_{пор1}$  (см. чертеж) начинают перемещать конец электродной проволоки от ванны жидкого металла, растягивая перемычку путем приложения усилия в направлении, перпендикулярном оси электродной проволоки и вблизи ее входа в токоподводящий наконечник. По мере роста тока короткого замыкания в интервале времени  $t_1-t_3$  диаметр перемычки уменьшается, падение напряжения на ней увеличивается и непрерывно измеряется, а по достижении величины  $U_{пор2}$  ток короткого замыкания уменьшают. В момент  $t_4$  при наличии ограниченного по величине тока перемычка разрушается без взрыва. Возбуждается дуга. При достижении током дуги заданного порогового значения  $I_{пор2}$  (момент времени  $t_6$ ) конец электродной проволоки перемещают в направлении к ванне жидкого металла.

Перемещение конца электродной проволоки в направлении от ванны жидкого металла в начале короткого замыкания позволяет исключить отрицательное действие подачи электродной проволоки (особенно на больших скоростях), проявляющееся в уменьшении длины и увеличении диаметра перемычки жидкого металла. В результате перемещения конца электродной проволоки в направлении от ванны жидкого металла не только компенсируется уменьшение длины и увеличение диаметра перемычки в результате подачи электрода в зону дуги с постоянной скоростью, но и дополнительно увеличивается длина и уменьшается диаметр перемычки (вплоть до разрушения) в сравнении с этими же параметрами перемычки, имевшими место непосредственно в момент начала образования короткого замыкания. Это позволяет стабилизировать процесс разрушения перемычек жидкого металла за счет одновременного действия на перемычку растя-

гивающего механического усилия и токовых сил Пинч-эффекта.

При этом сокращается интервал времени короткого замыкания и уменьшается максимальная величина тока короткого замыкания, при котором начинается интенсивное разрушение перемычки и лавинообразный рост падения напряжения на ней.

За счет сокращения времени короткого замыкания и стабилизации разрушения перемычек повышается устойчивость процесса на стадии короткого замыкания и процесса в целом. Повышение устойчивости процесса позволяет за счет уменьшения порогового напряжения датчика состояния перемычки и уменьшения интервала коммутации тока повысить вероятность появления нормальных (без тока) разрушений перемычек. Снижение максимальной величины тока короткого замыкания, повышение устойчивости процесса, вероятности появления нормальных коммутаций тока позволяют расширить область устойчивых режимов сварки с минимальным разбрызгиванием металла шире границы устойчивости обычного процесса без вмешательства.

Определение начала перемещения конца электродной проволоки в направлении от ванны жидкого металла в начале короткого замыкания при достижении током короткого замыкания порогового значения обеспечивает надежное слияние капли расплавленного металла со сварочной ванной в период первой стадии короткого замыкания, тем самым способствуя стабилизации процесса переноса электродного металла и снижению его разбрызгивания.

Определение начала перемещения конца электродной проволоки в направлении к сварочной ванне по моменту достижения током основной дуги порогового значения позволяет стабилизировать дуговой промежуток и горение основной дуги после разрушения перемычки и предотвратить возникновение преждевременного короткого замыкания, способствуя стабилизации процесса переноса электродного металла и снижению его разбрызгивания.

Кроме того, перемещение конца электродной проволоки от ванны жидкого металла в начале короткого замыкания и к ванне жидкого металла при возбуждении основной дуги путем приложения усилия, зависящего соответственно от тока короткого замыкания и тока основной дуги, в направлении, перпендикулярном оси проволоки, позволяет добиться максимального быстрого действия изменения скорости подачи электрода на выходе из токоподводящего наконечника, тем самым наиболее эффективно воздействовать на разрушение перемычки жидкого металла, что позволяет добиться максимальной устойчивости процесса сварки, снижения разбрызгивания металла и повышения качества сварки.

Способ осуществляют следующим образом.

Электродуговую сварку плавящимся электродом с короткими замыканиями дугового промежутка по предлагаемому способу проводят в среде защитного газа (углекислого газа) проволокой СВ—О8Г2С диаметром 1,6—2 мм на режимах  $I_{сз} = 180—200$  А;  $U_{д.ср.} = 22—25$  В. Способ сварки реализуется с помощью тиристорного коммутатора тока в совокупности с электромагнитным механизмом перемещения конца электродной проволоки, питаемым непосредственно сварочным током и расположенным в рукоятке горелки полуавтомата. Моменты коммутации сварочного тока определяются соответствующими датчиками.

Процесс электродуговой сварки плавящимся электродом короткой дугой сопровождается периодическими замыканиями дугового промежутка каплей электродного металла, расплавленного в период горения основной дуги.

В момент времени  $t_0$  (см. чертеж) при достижении напряжением на дуговом промежутке  $U_d$  порогового значения  $U_{пор.1}$  ток ограничивают до величины 2—30 А на промежуток времени  $\tau_1 = 0,1—1$  мс.

Величина порогового напряжения  $U_{пор.1}$  устанавливается в диапазоне 5—15 В из условия надежного выявления начала короткого замыкания. Нижняя граница диапазона ограничивается падением напряжения на вылете, верхняя — нижним пределом изменения напряжения  $U_0$  в период горения дуги.

Нижняя граница величины тока 2 А принята из условия надежного горения дуги в интервале коммутации  $\tau_1$  в том случае, если в результате ограничения тока не удалось перевести кратковременное короткое замыкание в длительное. При токе более 30 А снижается эффективность ограничения тока, т. е. значительно возрастает количество кратковременных коротких замыканий.

Длительность интервала коммутации тока  $\tau_1 = 0,1—1$  мс устанавливают из условия необходимого времени для образования перемычки, при этом его верхняя граница определяется условиями устойчивости процесса сварки.

С момента  $t_1$  ток короткого замыкания нарастает с постоянной времени, определяемой электрическими параметрами сварочной цепи.

При достижении величиной тока короткого замыкания порогового значения  $I_{пор.1}$  (момент  $t_2$ ) начинают перемещать конец электродной проволоки от ванны жидкого металла, растягивая перемычку, путем приложения усилия, зависящего от тока короткого замыкания, в направлении, перпендику-

лярном оси электродной проволоки, и вблизи ее входа в токоподводящий наконечник.

Величину порогового значения  $I_{пор.1}$  устанавливают большей величины тока в интервале коммутации  $\tau_1$  из условия надежного слияния капли расплавленного металла со сварочной ванной при действии на нее сил поверхностного натяжения, подачи электродной проволоки и электромагнитных сил.

По мере роста тока короткого замыкания и увеличения длины ( $\Delta l = 0,5—1$  мм) перемычки жидкого металла в интервале времени  $t_1—t_3$  диаметр перемычки уменьшается, растет ее сопротивление и соответственно увеличивается падение напряжения на перемычке, которое непрерывно измеряют и сравнивают с пороговым напряжением  $U_{пор.2}$ .

Величину порогового напряжения выбирают наименьшей (3—4 В), чтобы полностью устранить поздние коммутации сварочного тока (когда перемычка жидкого металла разрушается со взрывом на фронте снижения тока).

При достижении падения напряжения на перемычке заданного порогового напряжения  $U_{пор.2}$  ток короткого замыкания ограничивают до 10—30 А. Период коммутации тока  $\tau_2 = 0,7—1,5$  мс.

В момент  $t_4$  перемычка разрушается без взрыва под действием сил поверхностного натяжения, сил инерции массы перемычки и увеличения длины и уменьшения диаметра перемычки под действием перемещения конца электродной проволоки от ванны жидкого металла. При этом возбуждается вспомогательная дуга.

В период времени  $t_5—t_7$  ток в цепи восстанавливают практически до максимальной величины тока короткого замыкания, зажигается основная дуга, электродная проволока начинает плавиться, формируется капля жидкого металла.

В момент времени  $t_6$  при достижении током основной дуги заданного порогового значения  $I_{пор.2}$  начинают перемещать конец электродной проволоки в направлении к ванне жидкого металла.

В момент времени  $t_8$  капля жидкого металла касается сварочной ванны и цикл повторяется.

Управление переносом электродного металла по предложенному способу электродуговой сварки плавящимся электродом с короткими замыканиями дугового промежутка позволяет расширить область устойчивых режимов сварки с минимальным (2 %) разбрызгиванием металла.

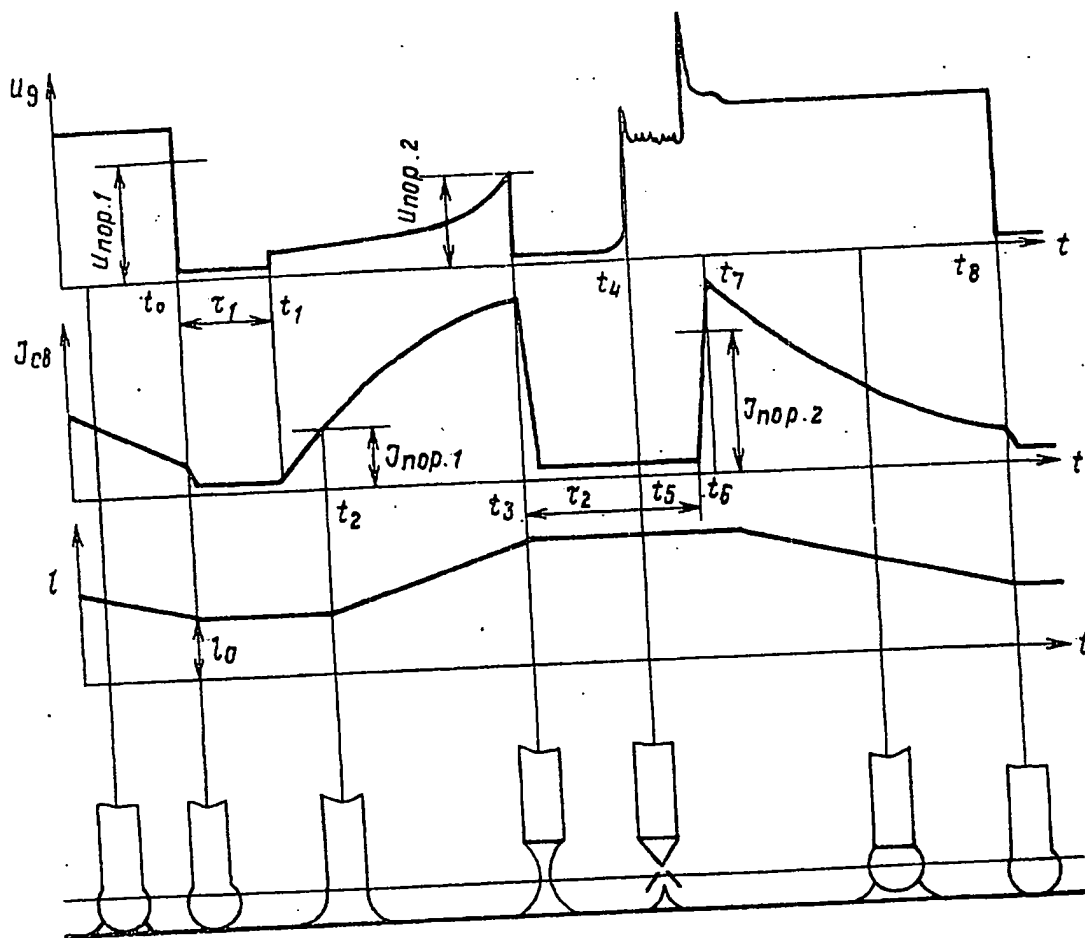
#### Формула изобретения

1. Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с короткими замыка-

ниями дугового промежутка по авт. св. № 747642, отличающийся тем, что, с целью повышения качества сварки путем повышения устойчивости процесса и снижения разбрызгивания металла, в начале короткого замыкания конец электродной проволоки перемещают от ванны жидкого металла, увеличивая длину жидкой перемычки, а при возбуждении дуги конец электродной проно-

лки перемещают в направлении к ванне жидкого металла, уменьшая дуговой промежуток.

5 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что перемещение конца электродной проволоки осуществляют при достижении током короткого замыкания и током дуги пороговых значений.



Редактор А. Долиннич  
Заказ 812/11

ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4

Составитель Г. Тютченкова  
Техред И. Верес  
Тираж 976

Корректор И Эрдейи  
Подписное